

## **Dispositif de refroidissement d'une électronique de puissance**

### **Domaine de l'invention**

L'invention concerne un dispositif de refroidissement d'une  
5 électronique de puissance, notamment l'électronique de puissance  
permettant de commander un alternateur ou un altemo-démarrreur de  
véhicule automobile. L'invention trouve des applications dans le domaine de  
l'électronique de puissance. Elle peut s'appliquer à l'électronique de  
puissance des véhicules automobiles. En particulier, elle peut s'appliquer à  
10 des convertisseurs DC/DC pour véhicules automobiles.

### **Etat de la technique**

Dans un véhicule automobile, l'alternateur permet de transformer un  
mouvement de rotation du rotor inducteur, entraîné par le moteur thermique  
du véhicule, en un courant électrique induit dans les bobinages du stator.

15 Actuellement, il existe des alternateurs réversibles, qui peuvent  
constituer un moteur électrique permettant d'entraîner en rotation, via l'arbre  
du rotor, le moteur thermique du véhicule. Un tel alternateur réversible est  
appelé altemo-démarrreur. Il permet de transformer l'énergie mécanique en  
une énergie électrique et vice versa. Ainsi, un altemo-démarrreur peut  
20 démarrer le moteur du véhicule automobile et constituer un moteur auxiliaire  
permettant d'aider le moteur thermique du véhicule pour entraîner ledit  
véhicule automobile.

L'alternateur, ou l'altemo-démarrreur, du véhicule est en partie  
commandé par une électronique de puissance qui peut former un module de  
25 puissance séparé de l'alternateur et connecté à ce dernier au moyen de  
câbles électriques.

En général, ce module de puissance (comme la plupart des modules  
de puissance présents dans un véhicule) comporte au moins un composant  
électronique de puissance brasé ou collé sur un substrat. Ce substrat peut  
30 être un substrat de type DBC (Direct Bounded Copper, en termes anglo-  
saxons). Un tel substrat comporte trois couches : une première couche est  
constituée d'une trace métallique gravée formant les liaisons électriques du  
circuit, une deuxième couche intermédiaire est une plaque de matériau  
électriquement isolant tel qu'une céramique et une troisième couche est une

plaque métallique constituée de cuivre ou de cuivre nickelé. L'ensemble constitué du substrat DBC et des composants électroniques de puissance est à son tour brasé sur une plaque de cuivre, formant un support mécanique et un dissipateur thermique.

- 5           Le substrat peut aussi être de type SMI (Substrat Métallique Isolé). Dans ce cas, la plaque de céramique est remplacée par une plaque de résine pouvant supporter une première couche constituée d'une trace métallique de cuivre très fine. La troisième couche de dissipation thermique peut, dans ce cas, être constituée d'une plaque métallique en aluminium.
- 10           La plaque métallique, en aluminium pour le substrat SMI et en cuivre pour le substrat DBC, comporte une face de refroidissement destinée à être mise en contact avec des moyens de refroidissement par air, généralement extérieurs au module de puissance.

- Ces moyens de refroidissement sont généralement un dissipateur à ailettes placé sous le module de puissance. L'air ambiant qui circule entre les ailettes de ce dissipateur assure le refroidissement du module de puissance. Or, cet air ambiant peut être réchauffé, par exemple, par les différents éléments et circuits environnants qui diffusent eux aussi de la chaleur. De tels moyens de refroidissement par air peuvent alors présenter une capacité à refroidir insuffisante, en particulier lorsque le module de puissance génère une forte puissance et, par conséquent, dissipe une forte chaleur.
- 15
- 20

### **Exposé de l'invention**

- L'invention a justement pour but de remédier aux inconvénients de la technique exposée précédemment. A cette fin, elle propose un dispositif pour refroidir une électronique de puissance, par exemple destinée au contrôle ou la commande d'un alternateur ou d'un altemo-démarrreur, par circulation d'un liquide dans un circuit de refroidissement situé sous l'électronique de puissance, ce liquide pouvant être de l'eau ou un liquide spécifique au refroidissement.
- 25

- 30           A cet effet, l'invention concerne un dispositif de refroidissement d'une électronique de puissance comportant un plateau-support sur lequel est montée l'électronique de puissance, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit de refroidissement par circulation d'un liquide, monté sous le plateau-support.

L'invention est avantageusement complétée par les différentes caractéristiques suivantes, prises seules ou selon toutes leurs combinaisons possibles :

5       - le circuit de refroidissement comporte un canal d'arrivée du liquide, un canal de sortie du liquide et des canaux de circulation du liquide entre le canal d'arrivée et le canal de sortie.

      - le circuit de refroidissement comporte des déflecteurs situés dans les canaux de circulation du liquide.

10       Ces déflecteurs permettent de bien guider le fluide dans les canaux et de réduire ainsi les pertes de charge. Ces déflecteurs permettent également d'améliorer le refroidissement en augmentant les surfaces d'échange thermique.

      - le circuit de refroidissement comporte des turbulateurs répartis dans les canaux de circulation du liquide afin d'améliorer encore le  
15       refroidissement.

      - les canaux du circuit de refroidissement sont réalisés par emboutissage d'une première plaque de métal ce qui constitue une manière simple et économique de réaliser un dispositif de refroidissement, ce dispositif pouvant comporter un réseau complexe de canaux, déflecteurs et  
20       de turbulateurs. De plus, réaliser les canaux de refroidissement par emboutissage permet d'obtenir un dispositif de refroidissement léger.

      - le circuit de refroidissement est fixé sous le plateau-support par brasage. Ainsi, la réalisation des canaux de refroidissement est effectuée par une simple opération de brasage.

25       - le circuit de refroidissement comporte une seconde plaque de métal fixée entre le plateau-support et la première plaque de métal. Cette seconde plaque permet ainsi d'augmenter aisément l'épaisseur du plateau support.

      - la seconde plaque de métal est plane, brasée sur la première plaque de métal.

30       - le circuit de refroidissement comporte une tubulure métallique assemblée sur le circuit de refroidissement.

      - le métal est de l'aluminium.

      - l'assemblage de ce dispositif se fait par brasage.

L'invention concerne également un procédé pour fabriquer ce dispositif de refroidissement de l'électronique de puissance. Ce procédé se caractérise par le fait qu'il comporte les opérations suivantes :

- 5       - réalisation d'un circuit de refroidissement par emboutissage d'une première plaque de métal,
- brasage du circuit de refroidissement sur un plateau de support de l'électronique de puissance, et
- brasage d'au moins une tubulure d'arrivée et de sortie du liquide de refroidissement.

#### 10    **Brève description des dessins**

La figure 1 représente l'électronique de puissance d'un alternateur avec un dispositif de refroidissement selon l'invention.

La figure 2 représente le circuit de refroidissement du dispositif de l'invention.

15       La figure 3 représente un exemple de plaque emboutie du circuit de refroidissement de la figure 2.

La figure 4 représente la jointure entre la tubulure d'arrivée et de sortie du liquide de refroidissement et le circuit de refroidissement.

20       La figure 5 représente un exemple d'un dispositif de refroidissement de l'invention selon une vue éclatée.

La figure 6 représente le dispositif de refroidissement de la figure 5 selon une vue en perspective.

#### **Description détaillée de modes de réalisation de l'invention**

25       La figure 1 représente un exemple de circuit électronique de puissance pour alternateur ou alerno-démarrreur monté sur un dispositif de refroidissement selon l'invention. Dans l'exemple de la figure 1, l'électronique de puissance, ou module de puissance, est référencée 9. Cette électronique de puissance 9 peut comporter, par exemple, un substrat de type DBC sur lequel sont montés un ou plusieurs circuit(s) intégré(s) 90. Ces circuits  
30       intégrés 90 peuvent être connectés, par exemple, à des composants discrets comme des capacités 92. La connexion peut se faire, par exemple, par des fils de connexion 93 (wire-bonding, en termes anglo-saxons) ou par l'intermédiaire de traces de conductrices 91, appelées bus-bar.

L'ensemble de l'électronique de puissance 9 est fixé sur un plateau de support, appelé plateau-support 21.

Il est bien entendu que le module de puissance 9 représenté sur cette figure 1 n'est qu'un exemple de module de puissance. D'autres modules de puissance peuvent bien sûr être montés sur le plateau-support 21 du dispositif de refroidissement de l'invention. D'une façon générale, l'électronique de puissance peut être montée sur le plateau-support de la même façon que sur un plateau dissipateur de l'art antérieur.

La figure 1 montre l'électronique de puissance 9 montée sur le dispositif de refroidissement de l'invention. Ce dispositif de refroidissement, référencé 20, comporte le plateau-support 21 sur lequel est montée et fixée l'électronique de puissance 9. Il comporte, en outre, un circuit de refroidissement 22 situé sous le plateau-support 21. Le circuit de refroidissement 22 comporte une plaque emboutie 23, ou première plaque, qui comporte des canaux destinés à la circulation d'un liquide de refroidissement tel que de l'eau. Cette plaque emboutie est positionnée sous le plateau-support 21. En fait, c'est la plaque emboutie elle-même qui forme, par ses motifs d'emboutissage et par la face inférieure 21i du plateau support 21, les canaux de circulation de l'eau. De cette façon, la circulation du liquide de refroidissement sur cette plaque emboutie 23 et, par conséquent, sous le plateau 21 supportant l'électronique de puissance permet de refroidir ladite électronique de puissance.

Comme on vient de le dire, le liquide de refroidissement peut être de l'eau. On parlera, dans la suite de la description, de refroidissement par eau. Il est bien entendu, toutefois, que l'on peut utiliser, dans le dispositif de l'invention, tous les fluides de refroidissement connus.

La figure 1 montre que le dispositif de refroidissement de l'invention comporte également au moins une tubulure 27 d'arrivée et de sortie de l'eau. Cette tubulure 27 permet, respectivement, d'introduire et d'évacuer l'eau du circuit de refroidissement 22.

La figure 2 montre, d'une façon plus détaillée, le dispositif de refroidissement de l'invention. Comme on l'a vu précédemment, le dispositif de refroidissement 20 de l'invention comporte un plateau-support 21 sur lequel est montée l'électronique de puissance à refroidir. Dans le mode de

réalisation de la figure 1, on a montré le circuit de refroidissement 22 placé directement sous le plateau-support 21.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le circuit de refroidissement 22 comporte, en plus de la plaque emboutie 23, une seconde plaque 24 fixée au-dessus de la plaque emboutie 23. Cette seconde plaque 24 est plane, fixée sous le plateau-support 21. Dans ce cas, la plaque plane 24 est assemblée sur la face inférieure 21i du plateau-support 21 par une technique qui peut être identique à la technique d'assemblage de la plaque emboutie 23 avec la plaque plane 24, décrite ci-après.

L'ensemble constitué par le plateau-support 21 et la plaque plane 24 forme une semelle pour l'électronique de puissance. Cette seconde plaque intermédiaire 24, placée entre le plateau-support 21 et la plaque emboutie 23 permet d'obtenir un plateau-support de plus grande épaisseur. Il pourrait être envisager d'avoir plusieurs plaques intermédiaires. L'ensemble constitué par le plateau-support et la ou les plaques intermédiaires 24 constitue un plateau support sur lequel, est montée d'un côté l'électronique de puissance à refroidir et sur l'autre côté est placé le dispositif de refroidissement de l'électronique de puissance. Cette seconde plaque permet aussi de porter les tubulures comme décrit ci-après.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la plaque emboutie 23 est fixée sur la plaque plane 24 par brasage. La référence 26 représente les joints de brasure utilisés pour assembler la plaque emboutie 23 et la plaque plane 24 par brasage. Dans le mode de réalisation de la figure 1, la plaque emboutie 23 est assemblée directement sur le plateau-support 21, par une technique de brasage. Cette technique de brasage consiste à assembler deux plaques d'un même matériau, par exemple en aluminium, séparées par une couche de plaquage, ou joint de brasure, déposée sur l'une des plaques. Ces deux plaques sont ensuite chauffées dans un four à la température de fusion du plaquage. La couche de plaquage, dans le cas où les deux plaques à braser sont aluminium est également en aluminium mais possède une température de fusion inférieure à celle des deux plaques à assembler. Cette couche de plaquage, ici en aluminium est déposée selon une technique de colaminage sur une face d'au moins une des deux plaques à braser, cette face étant en regard avec l'autre face à braser. Le plaquage étant du même

matériau que les deux plaques à assembler, il n'y a pas ajout de barrière thermique ce qui permet d'obtenir une bonne conductivité thermique.

En l'absence de plaque intermédiaire 24, selon cette technique de brasage aux moyens de plaques colaminées, une plaque colaminée étant  
5 une plaque dotée de son plaquage, alors soit le plateau-support 21 présente sur sa face inférieure un plaquage, soit la plaque emboutie 23 présente sur sa face supérieure un plaquage.

Le plateau-support 21 et la plaque plane 24 peuvent avoir des  
10 épaisseurs différentes. De même, l'épaisseur de la plaque emboutie 23 peut être différente de celle de la plaque plane 24 et du plateau-support 21.

Le plateau-support peut être réalisé par une seule plaque métallique d'une épaisseur de l'ordre de 1 à 10 mm. Il peut aussi être réalisé à partir de plusieurs plaques assemblées, par exemple par brasage comme décrit  
15 précédemment.

Chacune des plaques, plaque plane ou plaque emboutie, peut elle-même être réalisée à partir de plusieurs plaques assemblées, par exemple par brasage.

La plaque emboutie 23 a une épaisseur de l'ordre de 0,5 à 3 mm. La  
20 face supérieure de la plaque emboutie, c'est-à-dire la face qui est assemblée avec le plateau-support 21 ou la plaque plane 24, peut servir d'apport de matière lors de l'assemblage par brasage. Cet apport de matière est constitué par le plaquage en contact avec l'autre plaque ou support à braser.

Autrement dit, les parties de la plaque emboutie qui ne forment pas  
25 les canaux 28 sont en contact direct avec la plaque plane 24 ou le plateau-support 21. Ces parties en contact forment le joint de brasure 26.

Avantageusement, la plaque emboutie 23 et la plaque plane 24 sont réalisées dans un matériau métallique tel que de l'aluminium. L'aluminium  
30 présente l'avantage d'avoir une bonne conductivité à la chaleur. Il permet ainsi au dispositif de l'invention d'avoir un bon coefficient d'échange.

Comme les plaques 23 et 24, le plateau-support 21 peut être réalisé dans un matériau métallique et, par exemple, de l'aluminium. Le fait de réaliser la totalité du dispositif de refroidissement dans un même matériau  
35 fortement conducteur de chaleur, permet une meilleure propagation de la

chaleur depuis le plateau-support 21 jusqu'à la plaque emboutie 23. Autrement dit, un dispositif monomatériau permet d'obtenir une meilleure conduction de la chaleur.

Comme on le voit sur la figure 2, la plaque emboutie 23 forme, par ses motifs d'emboutissage, des canaux de circulation d'eau. Des exemples de ces canaux sont référencés 25a et 25b. Ces canaux constituent des poches d'eau étanches, l'eau dans ces poches étant en mouvement permanent. L'étanchéité de ces poches 25a et 25b et, plus généralement, l'étanchéité du circuit de refroidissement est assurée par les joints de brasure 26 dont l'épaisseur et la surface influencent directement sur la tenue en pression.

La dimension et le nombre de canaux sont déterminés de façon à optimiser le coefficient d'échange entre le plateau-support 21 et le circuit de refroidissement 22. De même, la vitesse de l'eau dans les canaux est choisie pour optimiser ce coefficient d'échange. En effet, dans l'invention, on propose de modifier la vitesse de l'eau en insérant, dans les canaux de circulation, des déflecteurs de guidage 31 qui permettent, d'une part, de guider l'eau dans les canaux et, d'autre part, de modifier le débit d'eau dans ces canaux. On peut ainsi optimiser la vitesse de l'eau dans le circuit de refroidissement 22.

Sur la figure 3, on a représenté un exemple d'une plaque emboutie 23. Dans cet exemple, les canaux de circulation d'eau sont référencés 28. Ils peuvent correspondre approximativement aux canaux 25a et 25b montrés sur la figure 2. La plaque emboutie 23 comporte, en plus des canaux 28 de circulation d'eau, un canal d'arrivée d'eau 29 et un canal de sortie d'eau 30. Le canal d'arrivée 29 d'eau assure l'introduction de l'eau dans les canaux 28 et le canal de sortie 30 d'eau assure l'évacuation de l'eau hors des canaux 28. Ainsi, l'eau entre dans le circuit de refroidissement 22 par le canal d'arrivée 29, puis elle chemine dans les canaux de circulation 28 jusqu'au canal de sortie 30.

Les canaux 28 peuvent comporter des déflecteurs 31 formant rails de guidage pour l'eau. Le fait de guider l'eau dans les canaux permet de diminuer les pertes de charge et, en particulier, les pertes par changement de direction dues, notamment, aux virages des canaux. Par ailleurs, la présence de ces déflecteurs 31 permet d'augmenter la zone de contact entre



l'eau et la plaque emboutie 23 ce qui permet d'augmenter la capacité de refroidissement du dispositif.

Les canaux de circulation d'eau 28 sont de préférence de sections constantes pour éviter les pertes de charge. Ils peuvent aussi comprendre des turbulateurs 32. Ces turbulateurs sont des petits éléments insérés dans les canaux 28 pour créer des turbulences, c'est-à-dire des mouvements d'eau. Ils peuvent être réalisés au moyen de petits éléments de formes variées, tels que des petits pics ou des petits trous placés dans les canaux. Ces turbulateurs permettent d'augmenter la turbulence de l'eau par deux effets : soit par le passage de l'eau dans des trous, soit par le passage de l'eau dans des gorges étroites. On obtient alors une accélération dans la circulation de l'eau. Ces turbulences ont l'avantage d'offrir un meilleur coefficient d'échange entre l'eau et le circuit de refroidissement et donc un refroidissement plus rapide de l'électronique de puissance.

Les turbulateurs 32, comme les déflecteurs 31, sont réalisés de préférence lors de l'emboutissage de la plaque emboutie 23, c'est-à-dire qu'ils sont réalisés en même temps que les canaux 28, 29 et 30.

Sur la figure 4, on a représenté, à titre d'exemple, un détail du dispositif de refroidissement de l'invention. Plus précisément, on a représenté la tubulure 27 qui assure l'arrivée et la sortie de l'eau dans le circuit de refroidissement 22. Cette tubulure 27 est une sorte de tube métallique, par exemple en aluminium, fixé aux extrémités des canaux d'arrivée 29 et de sortie 30 de l'eau. Cette tubulure 27 est placée perpendiculairement au circuit de refroidissement 22 et, plus précisément, à la plaque emboutie 23.

La tubulure 27 est montée par exemple sur le circuit de refroidissement 22 de la façon suivante :

- la tubulure est d'abord assemblée sur la semelle formée par le plateau-support 21 et/ou la plaque plane 24, par un montage serré ou par un léger sertissage.
- elle est ensuite brasée de façon à être solidaire du circuit de refroidissement 22.

Le brasage de la tubulure 27 peut se faire en même temps que le brasage de la plaque emboutie 23 par l'utilisation d'un plaquage situé sur la face supérieure de la plaque 24.

Dans le cas où le dispositif de refroidissement ne comporte pas de plaque plane 24, la tubulure 27 est alors fixée directement sur le plateau-support 21 par exemple au moyen d'un cordon de brasure.

5 Un anneau de brasage 33 peut également être prévu entre la tubulure et la semelle pour assurer encore une meilleure étanchéité de l'ensemble.

La figure 5 représente une vue en perspective éclatée d'un exemple de dispositif de refroidissement de l'invention. Cette figure 5 montre les différentes plaques formant le dispositif de refroidissement, en particulier le plateau-support 21, la plaque plane 24 et la plaque emboutie 23. Selon le  
10 mode de réalisation de la figure 5, la tubulure 27 comporte une tubulure d'arrivée d'eau 27a et une tubulure de sortie d'eau 27b, parallèles l'une à l'autre. Ces deux tubulures 27a et 27b sont montées sur la plaque plane 24. Lors de l'assemblage des différentes plaques, les tubulures 27a et 27b sont introduites, respectivement, dans des orifices 21a et 21b du plateau-support  
15 21. La plaque emboutie 23 est ensuite placée au-dessous de la plaque plane 24 de façon à ce que la tubulure 27a soit en regard du canal d'arrivée 29 de la plaque emboutie 23 et que la tubulure 27b soit en regard du canal de sortie 30 de la plaque emboutie 23.

La figure 6 représente le mode de réalisation du dispositif de refroidissement de l'invention de la figure 5, lorsque les différentes plaques sont assemblées de la façon expliquée précédemment. On voit donc, sur  
20 cette figure 6, le plateau-support 21 assemblé avec la plaque plane 24 et la plaque emboutie 23. La tubulure d'arrivée 27a traverse l'orifice 21a du plateau-support 21 et la tubulure de sortie 27b traverse l'orifice 21b dudit plateau-support 21, permettant un branchement respectif sur des tuyaux  
25 extérieurs d'arrivée d'eau et d'évacuation d'eau.

En l'absence de plaque intermédiaire 24, l'assemblage représenté aux figure 5 et 6 est identique à ceci près que les tubulures sont montées sur le plateau-support 21.

30 Dans une variante de l'invention, la tubulure 27 peut être une seule et même pièce avec une entrée d'eau et une sortie d'eau. Dans ce cas, la forme des canaux d'arrivée et de sortie d'eau de la plaque emboutie 23 est adaptée pour recevoir et évacuer l'eau de/par cette pièce.

Dans une autre variante de l'invention, la tubulure 27 peut comporter  
35 plusieurs tubulures d'arrivée d'eau et/ou plusieurs tubulures de sortie d'eau.

Pour une intégration plus facile des différents éléments sur le plateau-support 21 et, en particulier, pour l'insertion de l'électronique de puissance 9, les différentes pièces à assembler peuvent, au préalable, être poinçonnées, c'est-à-dire marquées d'un poinçon de forme choisie. Ce poinçon peut être, par exemple, un orifice 40 d'un diamètre ou d'une forme particulière. Ce poinçon crée un repère mécanique sur chaque pièce. Ainsi, en superposant les poinçons de chaque pièce, par exemple au moyen de brides passant à travers ces orifices alignés de chaque plaque, on est alors sûr de superposer correctement les pièces. Ce poinçonnage permet ainsi de centrer les pièces les unes avec les autres, notamment lors de l'opération de brasage.

Ce poinçonnage peut être réalisé en même temps que le perçage d'orifices destinés au montage du ou des modules électronique 9 dans le plateau-support 21. En effet, pour fixer le module électronique 9 dans le dispositif de refroidissement, il est nécessaire de percer des orifices dans une partie au moins du dispositif de refroidissement pour permettre d'y emboîter des picots de positionnement présents sous le module électronique, ou pour permettre le passage de vis de fixations des modules électroniques. Ces orifices peuvent être réalisés soit dans le plateau-support 21, soit dans la semelle 21/24, soit dans la totalité du dispositif de refroidissement. C'est ce dernier cas qui est montré sur les figures 5 et 6, où les orifices sont référencés 40. Le choix du perçage d'une ou de plusieurs plaques du dispositif de refroidissement se fait en fonction de l'épaisseur de chacune des plaques et du plateau-support.

La réalisation d'un tel poinçonnage peut permettre d'éviter de réaliser des usinages supplémentaires coûteux après brasage du dispositif.

Le dispositif de refroidissement qui vient d'être décrit peut être fabriqué avec une technique de brasage. Dans ce cas,

- on réalise tout d'abord un circuit de refroidissement 22 en emboutissant une première plaque de métal pour obtenir une plaque emboutie 23,
- on fixe une tubulure 27 sur une plaque plane 24,
- on place la plaque plane 24 sur la plaque emboutie 23,
- on place un plateau-support 21 sur la plaque plane 24,

## 12

- on assemble ces trois plaques et on les insère dans un four où la température est portée au point de fusion souhaité.

- Il est à noter qu'une couche de plaquage a préalablement été déposée par colaminage sur au moins une des plaques pour permettre la fusion entre les plaques, deux par deux. Par exemple, une couche de plaquage est déposée sur la face inférieure du plateau-support 21 et sur la face inférieure de la plaque plane 24 pour assurer la fusion entre, respectivement, le plateau-support 21 et la plaque plane 24 et entre la plaque plane 24 et la plaque emboutie 23.
- 10 Dans une autre mode de réalisation, par exemple seule la plaque intermédiaire 24 possède un plaquage sur ses deux faces.

- De préférence, la face supérieure du plateau-support 21, c'est-à-dire la face qui est en contact avec l'électronique de puissance, est vierge de tout plaquage afin de garantir un meilleur état de surface, après brasage.

- Le brasage de plaque emboutie 23 sur la plaque plane et le brasage de la plaque plane sur le plateau-support peuvent être réalisés simultanément, comme expliqué précédemment. De même, la tubulure 27 peut être brasée sur le circuit de refroidissement 22 en même temps que le brasage des plaques 23 et 24. Le brasage peut toutefois être réalisé en plusieurs étapes, pour des questions pratiques.

- Le brasage des différentes plaques du dispositif de refroidissement de l'invention permet d'obtenir une continuité métallurgique, donc une continuité thermique entre ces différentes plaques.

- 25 En outre, la technique de brasage, sur un matériau tel que l'aluminium, permet d'obtenir un dispositif de refroidissement relativement léger par rapport aux dispositifs actuels.

- Le dispositif de refroidissement de l'invention peut aussi être réalisé par des techniques autres que le brasage, par exemple par sérigraphie des motifs du circuit de refroidissement sur une plaque métallique, par exemple en aluminium. Il consiste ensuite à assembler cette plaque sérigraphiée avec une plaque plane et un plateau-support et à laminier l'ensemble au moyen d'un lamineur. Enfin, la plaque sérigraphiée est mise sous pression, par exemple avec de l'air comprimé acheminé par la tubulure 27, de façon à ce

que les zones non sérigraphiées de la plaque sérigraphiée se séparent de la plaque plane, formant ainsi les canaux de circulation d'eau.

D'autres techniques de réalisation du dispositif de refroidissement de l'invention peuvent aussi être envisagées.

## REVENDICATIONS

1 – Dispositif de refroidissement d'une électronique de puissance (9),  
comportant un plateau-support (21) sur lequel est montée l'électronique de  
5 puissance, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit de refroidissement (22)  
par circulation d'un liquide, monté sous le plateau-support.

2 – Dispositif de refroidissement selon la revendication 1, caractérisé  
en ce que le circuit de refroidissement comporte un canal d'arrivée (29) du  
liquide, un canal de sortie (30) du liquide et des canaux de circulation (28) du  
10 liquide entre le canal d'arrivée et le canal de sortie.

3 - Dispositif de refroidissement selon la revendication 2, caractérisé  
en ce que le circuit de refroidissement comporte des déflecteurs (31) situés  
dans les canaux de circulation du liquide.

4 - Dispositif de refroidissement selon la revendication 2 ou 3,  
15 caractérisé en ce que le circuit de refroidissement comporte des turbulateurs  
(32) répartis dans les canaux de circulation du liquide.

5 – Dispositif de refroidissement selon la revendication 2, caractérisé  
en ce que les canaux du circuit de refroidissement sont réalisés par  
emboutissage d'une première plaque de métal (23).

20 6 - Dispositif de refroidissement selon la revendication 1, caractérisé  
en ce que le circuit de refroidissement est fixé sous le plateau-support par  
brasage.

7 - Dispositif de refroidissement selon la revendication 5, caractérisé  
en ce que le circuit de refroidissement comporte une au moins seconde  
25 plaque intermédiaire de métal (24) fixée entre le plateau-support (21) et la  
première plaque de métal emboutie (23).

8 - Dispositif de refroidissement selon la revendication 7, caractérisé  
en ce que la seconde plaque de métal est plane, brasée sur la première  
plaque de métal emboutie (21).

30 9 - Dispositif de refroidissement selon la revendication 1, caractérisé  
en ce qu'il comporte une tubulure métallique (27) assemblée sur le circuit de  
refroidissement.

10 – Dispositif de refroidissement selon la revendication 5, caractérisé en ce que le métal est de l'aluminium.

## 15

11 - Dispositif de refroidissement selon la revendication 6 ou 10, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une plaque comportant un plaquage par colaminage.

5 12 - Dispositif de refroidissement selon la revendication 5, caractérisé en ce que la plaque emboutie (23) est fixée directement par brasage sous le plateau support (21).

13 - Dispositif de refroidissement selon la revendication 12, caractérisé en ce que la plaque emboutie (23) ou le plateau support (21) est une plaque comportant un plaquage par colaminage.

10 14 - Dispositif de refroidissement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les plaques sont en aluminium.

15 - Dispositif de refroidissement selon la revendication 12, caractérisé en ce que le plateau support (21) porte les tubulures.

15 16 - Procédé de fabrication d'un dispositif de refroidissement de l'électronique de puissance, caractérisé en ce qu'il comporte les opérations suivantes :

- réalisation d'un circuit de refroidissement (22) par emboutissage d'une première plaque de métal (23),

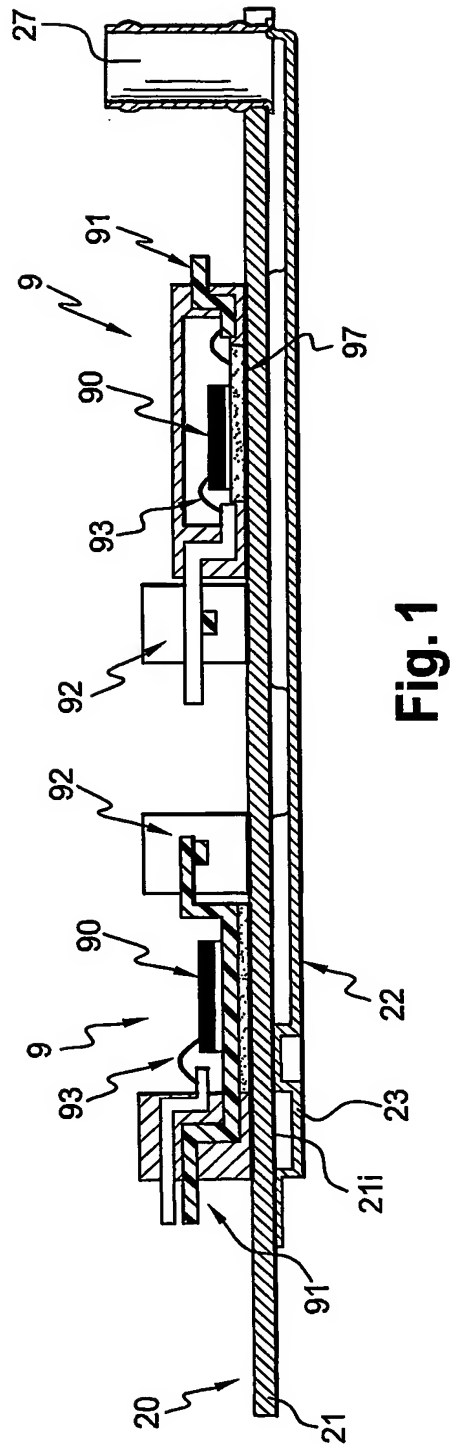
20 - brasage du circuit de refroidissement sur un plateau-support (21) de l'électronique de puissance (9),

- brasage, sur le circuit de refroidissement, d'une tubulure (27) d'arrivée et de sortie d'un liquide de refroidissement.

25 17 - Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que la réalisation du circuit de refroidissement comporte une opération de brasage de la première plaque (23) sous une seconde plaque de métal intermédiaire (24) et brasage de la seconde plaque (24) sous le plateau-support (21).

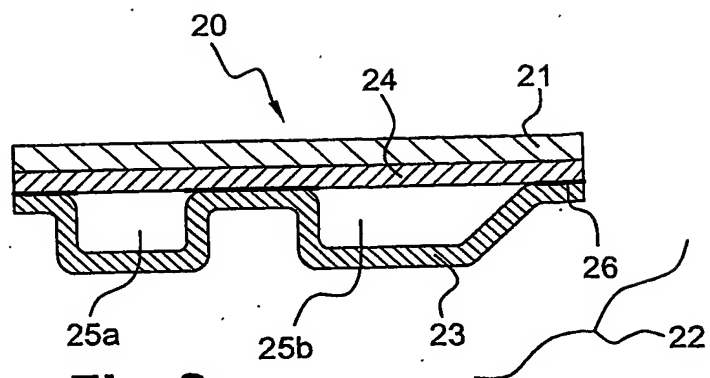
30 18 - Procédé selon la revendication 16 ou 17, caractérisé en ce que l'emboutissage de la première plaque de métal (23) comporte l'emboutissage de canaux de circulation (28) et/ou de déflecteurs (31) et/ou de turbulateurs (32).

19 - Alternateur ou alerno-démarrreur pour véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de refroidissement de l'électronique de puissance selon l'une quelconque des revendications précédentes.

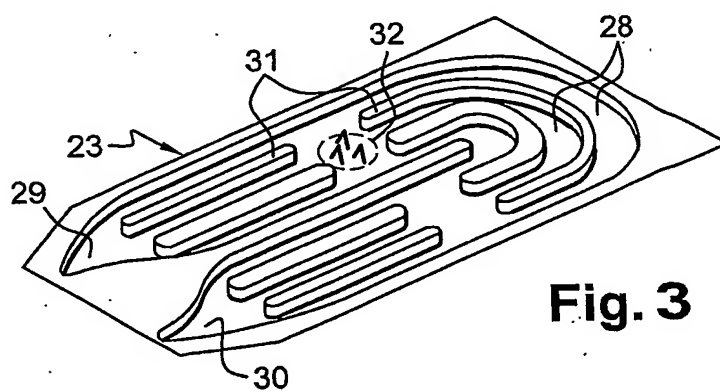




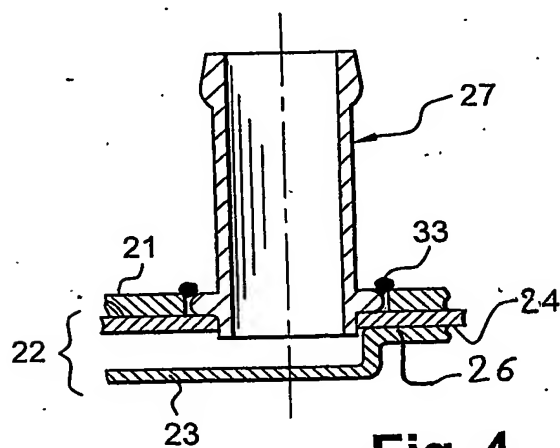
2 / 3



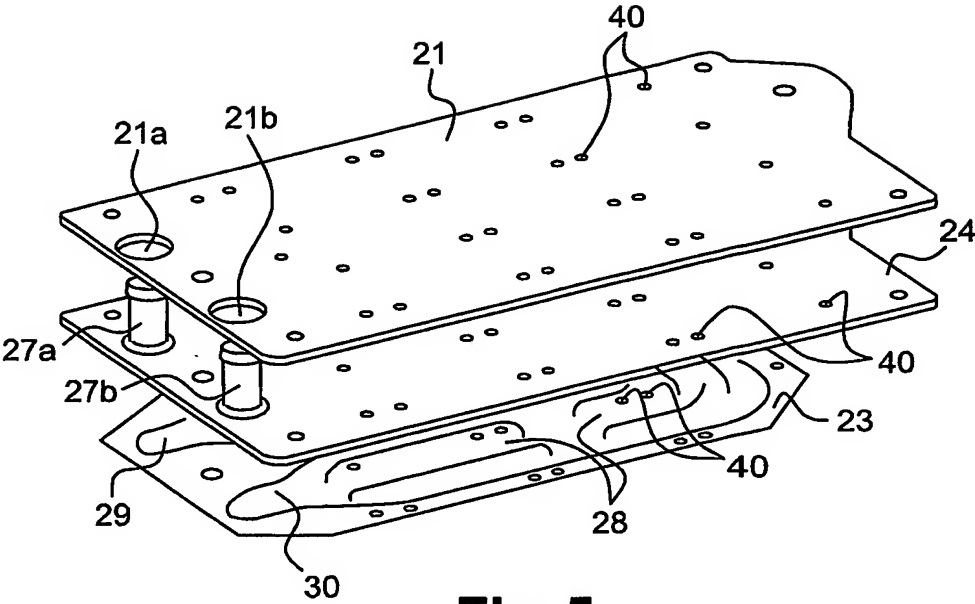
**Fig. 2**



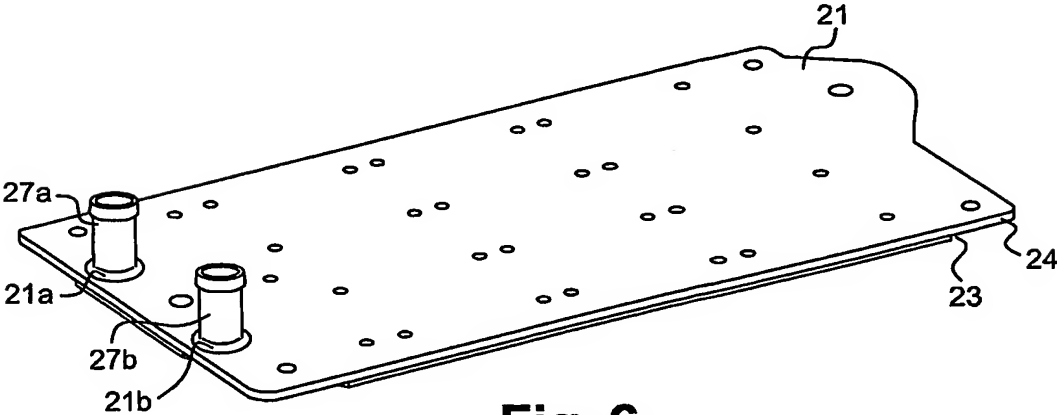
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/002789

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01L23/473 H05K7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01L H05K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/178179 A1 (BROST VIKTOR) 25 September 2003 (2003-09-25) paragraphs '0002! - '0004!, '0009!, '0044! - '0054!, '0066! - '0071!; claims 1-16; figures 1,3,5,9-14	1-19
X	US 6 397 935 B1 (KIMURA YUICHI ET AL) 4 June 2002 (2002-06-04) abstract; claims 1,2; figures 1-4,7,8,16 column 5, line 31 - column 6, line 40 column 7, line 19 - column 8, line 4	1-19
X	EP 0 124 428 A (IMPHY SA) 7 November 1984 (1984-11-07) the whole document	1-19

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 March 2005

Date of mailing of the international search report

22/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ley, M

BEST AVAILABLE COPY

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002789

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2003178179	A1	25-09-2003	DE	10207873 A1		04-09-2003
			EP	1345269 A2		17-09-2003
US 6397935	B1	04-06-2002	JP	3164518 B2		08-05-2001
			JP	10038484 A		13-02-1998
			DE	19653956 A1		26-06-1997
			US	2002056542 A1		16-05-2002
EP 0124428	A	07-11-1984	FR	2544917 A1		26-10-1984
			CA	1218739 A1		03-03-1987
			DE	3474082 D1		20-10-1988
			EP	0124428 A1		07-11-1984
			IE	55621 B1		21-11-1990
			IL	71393 A		31-08-1988
			JP	59201492 A		15-11-1984

BEST AVAILABLE COPY

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No  
PCT/FR2004/002789

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H01L23/473 H05K7/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H01L H05K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2003/178179 A1 (BROST VIKTOR) 25 septembre 2003 (2003-09-25) alinéas '0002! - '0004!, '0009!, '0044! - '0054!, '0066! - '0071!; revendications 1-16; figures 1,3,5,9-14	1-19
X	US 6 397 935 B1 (KIMURA YUICHI ET AL) 4 juin 2002 (2002-06-04) abrégé; revendications 1,2; figures 1-4,7,8,16 colonne 5, ligne 31 - colonne 6, ligne 40 colonne 7, ligne 19 - colonne 8, ligne 4	1-19
X	EP 0 124 428 A (IMPHY SA) 7 novembre 1984 (1984-11-07) le document en entier	1-19

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 mars 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/03/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Ley, M

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/002789

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003178179	A1	25-09-2003	DE 10207873 A1	04-09-2003
			EP 1345269 A2	17-09-2003
US 6397935	B1	04-06-2002	JP 3164518 B2	08-05-2001
			JP 10038484 A	13-02-1998
			DE 19653956 A1	26-06-1997
			US 2002056542 A1	16-05-2002
EP 0124428	A	07-11-1984	FR 2544917 A1	26-10-1984
			CA 1218739 A1	03-03-1987
			DE 3474082 D1	20-10-1988
			EP 0124428 A1	07-11-1984
			IE 55621 B1	21-11-1990
			IL 71393 A	31-08-1988
			JP 59201492 A	15-11-1984

BEST AVAILABLE COPY